

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
ім. І. Пулюя**

Кафедра будівельної механіки

**ЖУРНАЛ
протоколів лабораторних робіт з курсів «Матеріалознавство і ТКМ»
(розділ «Матеріалознавство»)
та «Основи матеріалознавства та матеріали електронних апаратів»
для студентів напрямів
6.050502 Інженерна механіка, 6.050503 Машинобудування
та 6.050902 Радіоелектронні апарати**

Студент _____

Факультет _____

Курс _____ Група _____

Тернопіль 2016

Журнал протоколів лабораторних робіт з курсів «Матеріалознавство і ТКМ» (розділ «Матеріалознавство») та «Основи матеріалознавства та матеріали електронних апаратів» для студентів напрямів 6.050502 Інженерна механіка, 6.050503 Машинобудування та 6.050902 Радіоелектронні апарати/ Л.Г.Бодрова, Г.М.Крамар. – Тернопіль, ТНТУ ім. І.Пулля, 2016. - 59с.

Укладачі:

**Л.Г.Бодрова
Г.М.Крамар**

Рецензент:

Я. О. Ковальчук

Розглянуто й схвалено на засіданні кафедри будівельної механіки, протокол № 5 від 15 грудня 2015 року.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії механіко-технологічного факультету Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Протокол № 5 від 18 грудня 2015 року.

Складено з урахуванням матеріалів, перелічених у списку літературних джерел.

З М І С Т

Вступ	4
Техніка безпеки	5
Л. р. № 1. Макроскопічний аналіз сталених виробів	6
Л. р. № 2 Вивчення процесу первинної кристалізації	8
Л. р. № 3 Термічний аналіз металів і сплавів	10
Л. р. № 4 Пластична деформація і рекристалізація металів	13
Л. р. № 5 Визначення твердості металів та сплавів методом Брінелля	15
Л. р. № 6 Визначення твердості металів та сплавів методом Роквелла	17
Л. р. № 7 Вивчення структури металів методом мікроскопічного аналізу	19
Л. р. № 8 Мікроструктура вуглецевих сталей у відпаленому стані	21
Л. р. № 9 Мікроструктура чавунів	24
Л. р. № 10 Вивчення мікроструктури сплавів на основі алюмінію	28
Л. р. № 11 Вивчення мікроструктури міді та сплавів на її основі	32
Л. р. № 12 Термічна обробка конструкційних сталей	36
Л. р. № 13 Визначення критичних точок сталей	39
Л. р. № 14 Вплив вмісту вуглецю в сталі на її твердість після гартування	40
Л. р. № 15 Відпуск сталі	42
Л. р. № 16 Структура і властивості легованих сталей	44
Л. р. № 17 Хіміко – термічна обробка сталі	50
Л. р. № 18 Вивчення мікроструктури інструментальних легованих сталей, твердих сплавів	53
Л. р. № 19 Макро- і мікроструктура зварних з'єднань із вуглецевих сталей	56
Л. р. № 20 Будова і властивості пластмас	57
Література	59

ВСТУП

Дисципліни «Матеріалознавство і ТКМ» (розділ «Матеріалознавство») та «Основи матеріалознавства та матеріали електронних апаратів» – одні з основних у циклі технічних дисциплін при підготовці інженерів.

При виконанні лабораторного практикуму з матеріалознавства значну увагу приділено учбово-дослідній роботі по вивченню матеріалів, які застосовуються в машино-, приладобудуванні, закономірностям залежностей їх властивостей від хімічного складу, структури, способів обробки та умов експлуатації. Вивчення теорії і практики різних способів зміцнення матеріалів, дозволяє забезпечити високу надійність і довговічність деталей машин і приладів, інструментів і т.п.

Після виконання кожної лабораторної роботи студенти заповнюють протокол.

Перелік лабораторних робіт відповідає робочій програмі дисциплін «Матеріалознавство і ТКМ» (розділ «Матеріалознавство») та «Основи матеріалознавства та матеріали електронних апаратів» для студентів напрямів 6.050502 Інженерна механіка, 6.050503 Машинобудування та 6.050902 Радіоелектронні апарати.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи з курсу «Матеріалознавство і ТКМ» (розділ «Матеріалознавство») та «Основи матеріалознавства та матеріали електронних апаратів» виконуються в навчально-наукових лабораторіях кафедри будівельної механіки. **Дотримання правил техніки безпеки є обов'язковою умовою при виконанні робіт.** Для забезпечення цього кожен студент повинен ознайомитися з вимогами правил техніки безпеки та отримати допуск викладача до виконання робіт.

Забороняється перебування в лабораторіях у верхньому одязі. Студенти, які тимчасово не задіяні на роботі з обладнанням, повинні знаходитися в місці, вказаному викладачем.

Устаткування, яке використовується для виконання лабораторних робіт, обладнане електроприводами з напругою живлення 380 Вольт. Для попередження ураження електричним струмом загальними вимогами при використанні лабораторного обладнання є дотримання правил експлуатації промислового електроустаткування. Студентам забороняється вмикати обладнання, не призначене для виконання поточної лабораторної роботи, відкривати дверцята електричних шаф та рубильників. Без вказівки викладача або лаборанта забороняється вмикати або вимикати вимикачі та рубильники.

Всі зайві предмети, які не стосуються виконуваної роботи, необхідно прибрати з робочого місця. Перед запуском обладнання необхідно пересвідчитись в його безпечності. При виявленні недоліків не вмикати напругу і повідомити про це викладача або лаборанта, не приймаючи самому заходів для усунення неполадок.

При виконанні деяких робіт використовуються хімічні реактиви, тому працювати з ними потрібно з дотриманням правил поведінки в хімлабораторіях. В першу чергу не допускати попадання реактивів на відкриті ділянки шкіри, в очі. При випадковому попаданні таких рідин на шкіру потрібно негайно змити їх струменем проточної води.

Виконуючи роботи, які передбачають нагрівання матеріалів, необхідно оберегатися термічних опіків шкіри та загоряння одягу.

Не допускайте пустощів в лабораторіях! Не користуйтеся обладнанням, яке не стосується виконуваної лабораторної роботи. Не переносьте лабораторне обладнання з одного робочого місця на інше. Студенти, які порушують правила техніки безпеки, не допускаються до виконання лабораторних робіт і підлягають Perezdachi цих правил.

Порушення правил техніки безпеки може привести до нещасних випадків. **Строго дотримуйтесь цих правил.** Це збереже вам здоров'я та життя. Застерігайте від порушення правил техніки безпеки своїх колег.

Лабораторна робота № 1
Макроскопічний аналіз сталених виробів

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК № 1)

Назва зразка- _____

Матеріал- _____

Опис макроструктури та виявлених
дефектів: _____

Спосіб виготовлення заготовки _____

малюнок

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2 метод Баумана)

Назва зразка- _____

Матеріал- _____

Опис макроструктури та виявлених
домішок: _____

малюнок

Висновок: _____

(зробити висновок про наявність ліквідації сірки)

ПРОТОКОЛ № 3 (ЗРАЗОК № 3)

Назва зразка- _____

Матеріал- _____

Опис злому за характерними ознаками:

Механізм руйнування: _____

малюнок

ПРОТОКОЛ № 4 (ЗРАЗОК № 4)

Назва зразка- _____

Матеріал- _____

Опис злому за характерними
ознаками: _____

Механізм руйнування: _____

малюнок

Висновки: _____
(проаналізувати макроструктури різних металів і сплавів, причини, що привели до руйнування)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” 20__ р “ _____ ” 20__ р.

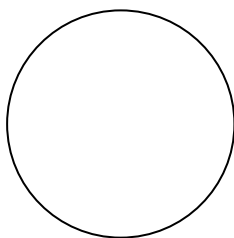
Лабораторна робота № 2
Вивчення процесу первинної кристалізації

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали:

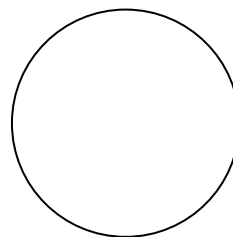
ПРОТОКОЛ №1

Назва солі _____



Кристалічна будова
на початку кристалізації

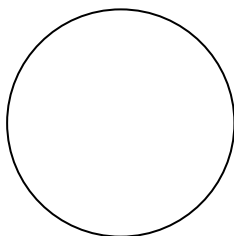
Висновок: _____



Кристалічна будова
в кінці кристалізації

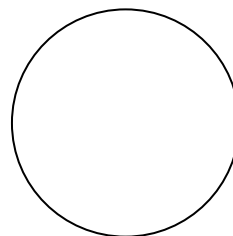
ПРОТОКОЛ №2

Назва солі _____



Кристалічна будова
на початку кристалізації

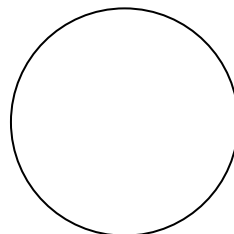
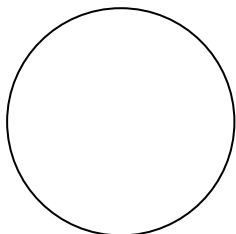
Висновок: _____



Кристалічна будова
в кінці кристалізації

ПРОТОКОЛ №3

Назва солі _____



Кристалічна будова
на початку кристалізації

Кристалічна будова
в кінці кристалізації

Висновок: _____

Висновки: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

" ____ " 20__ р.

" ____ " 20__ р.

Лабораторна робота № 3

Термічний аналіз металів і сплавів

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ №1

Визначення критичних точок при нагріванні та охолодженні сплаву № 1

Результати термічного аналізу

Час, с														
Темпера- тура	Нагріванн я													
	Охолодж ення													

Криві нагрівання та охолодження сплаву № 1

ТЕМПЕРАТУРА, °C



Температури критичних точок, (°C)
початок кристалізації- кінець кристалізації-

ПРОТОКОЛ № 2

Визначення критичних точок свинцю при нагріві та охолодженні сплаву № 2

Результати термічного аналізу

[illegible][illegible]

Криві нагрівання та охолодження сплаву № 2

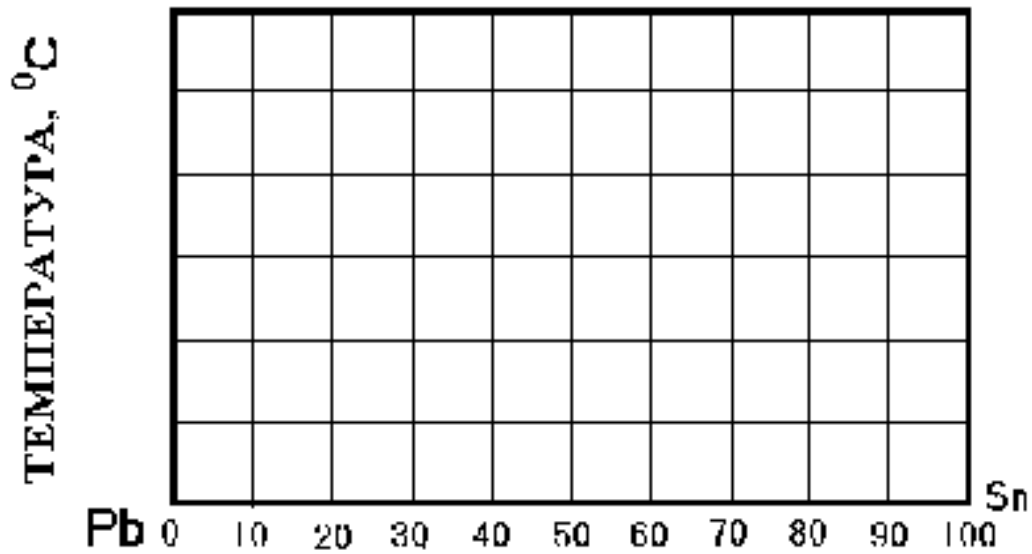


Температура критичних точок, (°C)	
початок кристалізації-	кінець кристалізації-
вміст компонентів у евтектиці, %	
100	100
90	90
80	80
70	70
60	60
50	50
40	40
30	30
20	20
10	10
0	0

СВИНЦЮ-

ОЛОВА-

Діаграма стану свинець олово



Вміст олова %

Висновки: _____
 (Проаналізувати криві охолодження і діаграму стану. В побудованій діаграмі вказати точки, лінії, області, а

також фази і структури, які утворюються в кожній області)

Застосування правил фаз і відрізків: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р

“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота №4
Пластична деформація і рекристалізація металів

Мета роботи: _____

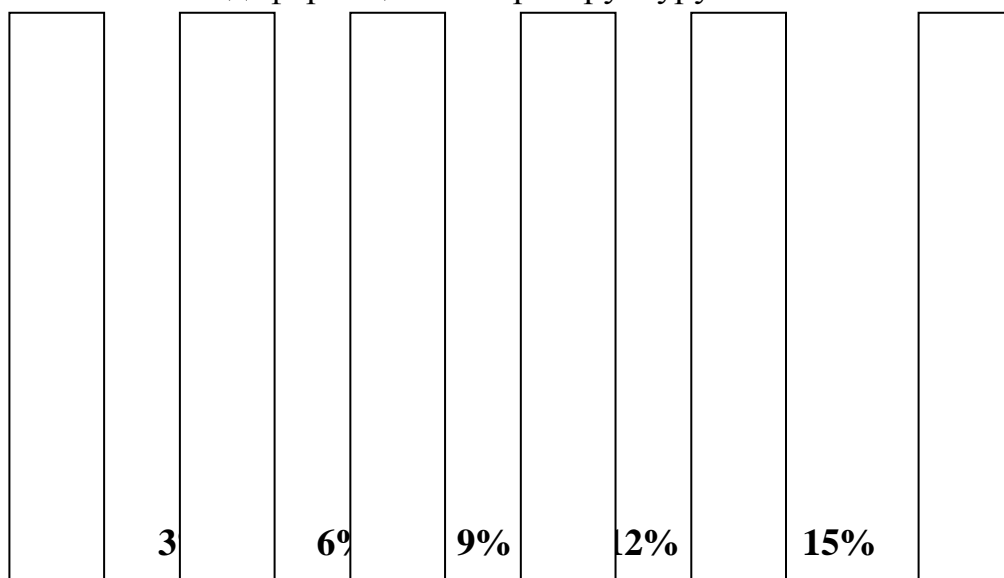
Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ №1

Матеріал _____

Травник _____

Вплив пластичної деформації на мікроструктуру



Висновок: _____

ПРОТОКОЛ №2

Визначення температури рекристалізації металів

Метал	Чистота металу	Коефіцієнт чистоти металу	Тпл _q , °C	Тпл _q , К	Трек _p , К	Трек _p , °C
Fe	Технічно чистий		1539			
Al	-//-		658			
Cu	-//-		1083			
Zn	-//-		419			
Sn	Дуже чистий		232			
Ti	-//-		1672			
W	-//-		3410			
W	Технічно чистий		3410			

Висновки: _____

Роботу виконав:

“ _____ ” _____ 20__ р

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 5

Визначення твердості металів та сплавів методом Брінелля

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1

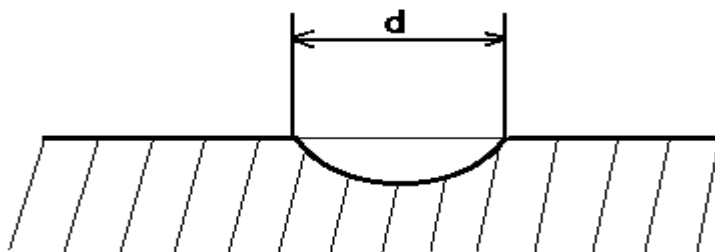
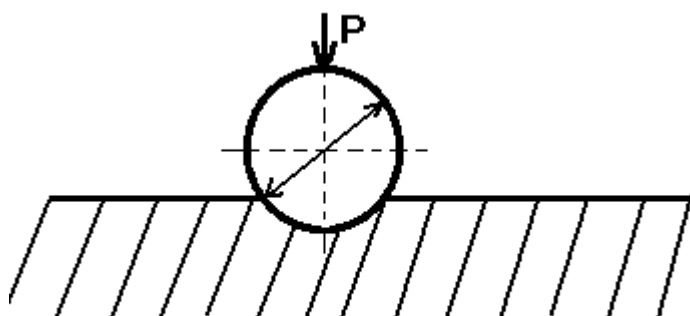


Схема визначення
твердості за способом
Брінелля

P- _____

D- _____

d- _____

Схема приладу для вимірювання
твердості втисканням сталевієї
кульки (ТШ-2)

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

5. _____ 6. _____

7. _____ 8. _____

9. _____ 10. _____

ПРОТОКОЛ № 2
Формула для визначення числа твердості

HB=
де: P,МН- _____
F, М² - _____
D, м - _____
d,м- _____

Таблиця експериментальних даних по вимірюванню твердості

№№ пп	Матеріал (марка)	Товщина випробовуваного матеріалу (мм)	Діаметр кульки, (мм)	Навантаження на індентор P,МН (кгс)	Співвідношення між P і D	Витримка під навантаженням, с	Діаметр відбитку (мм)	Число твердості	
								HB, МПа <u>кг</u> <u>мм²</u>	HRC
1.									
2.									
3.									
4.									

Висновки: _____
 (проаналізувати твердість різних матеріалів, пояснити, чим вона зумовлена, як вибирається навантаження на індентор, вказати

діаметр кульки і час витримки під навантаженням)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ” _____ 20__ р

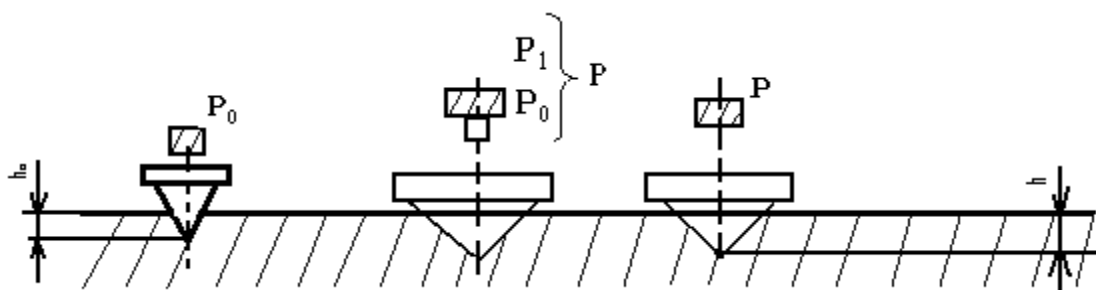
“ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 6
Визначення твердості металів та сплавів методом Роквелла

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1
Схема визначення твердості за Роквеллом



P- _____
P₁ _____
P₀ _____
H _____
h₀ _____

e= _____

Схема приладу Роквелла (ТК-2) для вимірювання твердості:

1. _____	2. _____
3. _____	4. _____
5. _____	6. _____
7. _____	8. _____
9. _____	10. _____

ПРОТОКОЛ №2

Таблиця експериментальних даних по визначенню твердості

№№ пп	Матеріал (марка ДСТ)	Вид термічної обробки	Число твердості		
			HRC	HRA	HRB
1.					
2.					
3.					

Висновки: _____
(проаналізувати твердість сталі після термічної обробки, вказати, від чого вона залежить і як

_____ вибирається навантаження та шкали вимірювання твердості)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р

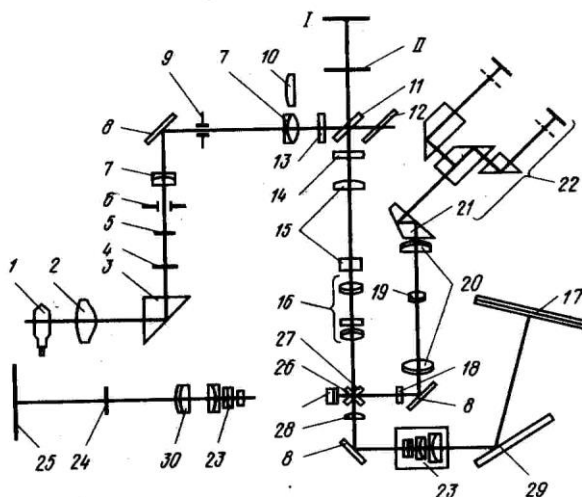
“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота №7
Вивчення структури металів методом мікроскопічного аналізу

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1
Будова металографічного мікроскопу МИМ-7



1. _____
2. _____
- 3,14,16 _____
- 4;6;8 _____
5. _____
7. _____
9. _____
10. _____
11. _____
12. _____
13. _____
15. _____
17. _____
18. _____
19. _____
20. _____
21. _____
22. _____

23. _____
 24. _____
 25. _____

Оптична схема мікроскопу МИМ-7

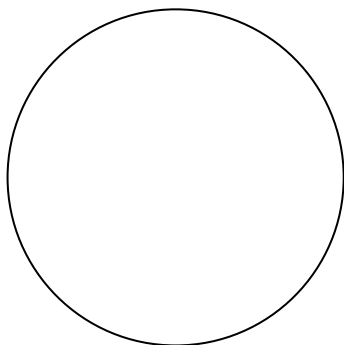
Методика приготування мікро шліфів:

ПРОТОКОЛ № 2

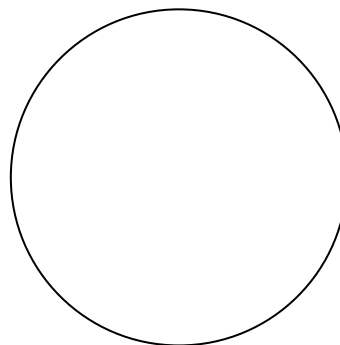
Мікроструктура сталі

Марка сталі, ДСТ _____

Масова частка вуглецю % _____



Збільшення-
Лита



Збільшення-
Катана

Висновки:

(проаналізувати різні структури і механічні властивості сталі в залежності від попередньої обробки)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ” _____ 20__ р

“ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 8.
Мікроструктура вуглецевих сталей у відпаленому стані

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК № 1)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

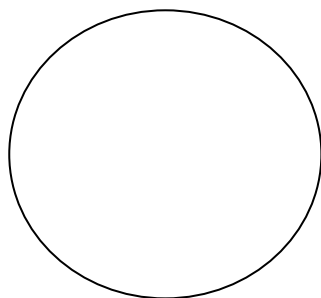
Механічні властивості (за даними літератури):

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Критичні точки сталі, (°C)

A_1 = _____

A_3 = _____

Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

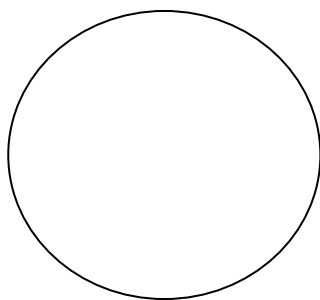
Механічні властивості (за даними літератури):

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Критичні точки сталі, ($^{\circ}\text{C}$)

$A_1 =$ _____

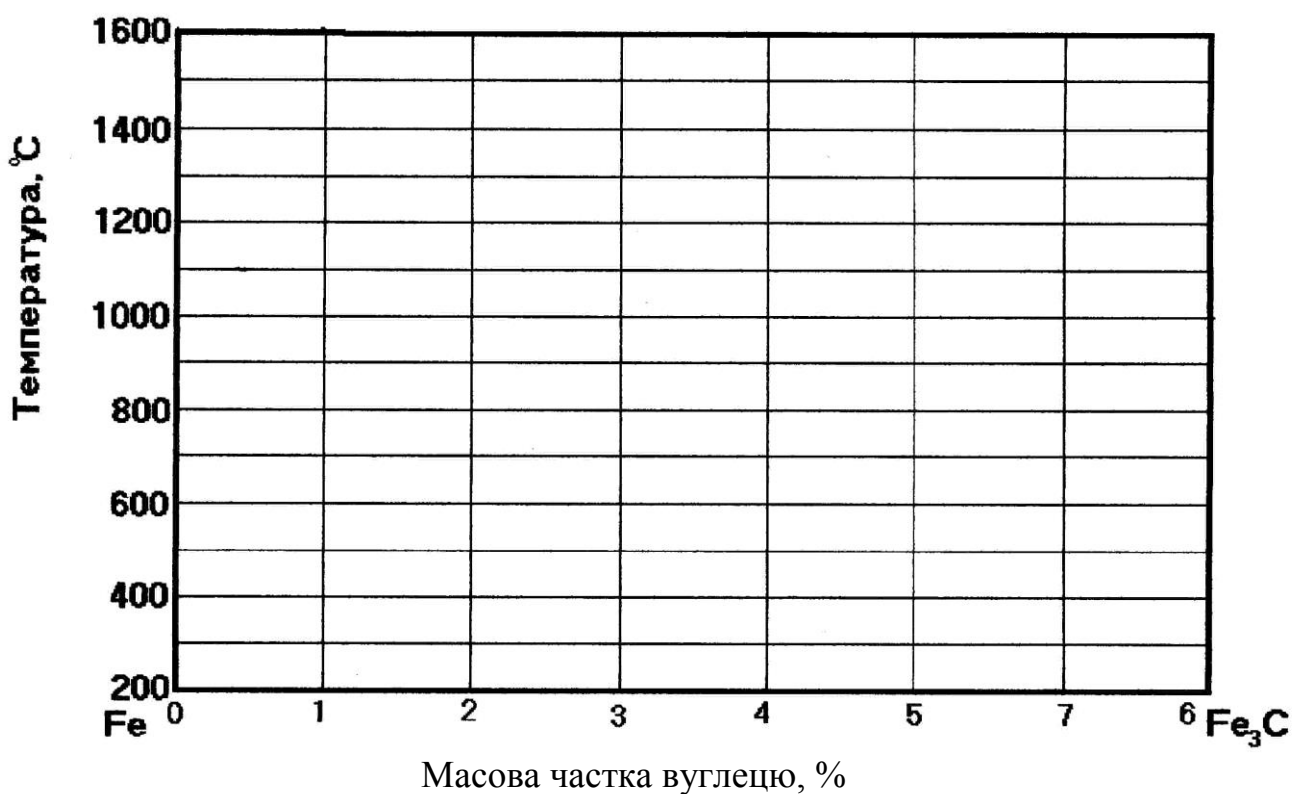
$A_3 =$ _____

Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 5

Діаграма стану залізо-цементит



Точки

A-	_____
N-	_____
G-	_____
D-	_____
E-	_____
P-	_____

Лінії:

S-	_____
B-	_____
H-	_____
I-	_____
Q-	_____
ABCD-	_____
АНІЕСF-	_____
НІВ-	_____
GP-	_____
ES-	_____
ECF-	_____ PSK-

Області:

PQ-	_____
NIESG-	_____
GPQO-	_____
АННА-	_____

Структурні складові (дати визначення):

Ферит- _____

Аустеніт- _____

Цементит- _____

Перліт- _____

Ледебурит- _____

Висновки: _____

(проаналізувати різницю в структурі і змїну механїчних властивостей сталей в залежностї від масової долї

вуглецю і структури.)

Роботу виконав:

Роботу перевірив:

“ _____ ” _____ 20__ р

“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 9
Мікроструктура чавунів

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК №1 і № 2)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Форма графітових включень- _____

Структурні складові металічної основи: _____

Характеристика мікроструктури чавунів: _____

Спосіб отримання- _____

Механічні властивості (за даними літератури):

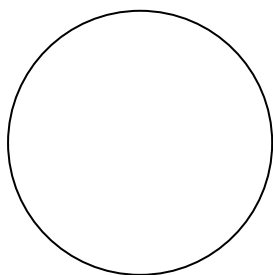
Границя міцності на розтяг, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Границя міцності на згин, σ_{zg} , МПа (кгс/мм²) _____

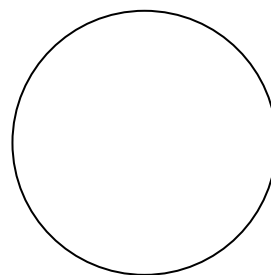
Відносне видовження, σ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури _____ чавунів:



Збільшення-
до травлення



Збільшення-
після травлення

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗКИ № 3 і № 4)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Форма графітових включень- _____

Структурні складові металічної основи: _____

Характеристика мікроструктури чавунів: _____

Спосіб отримання- _____

Механічні властивості (за даними літератури):

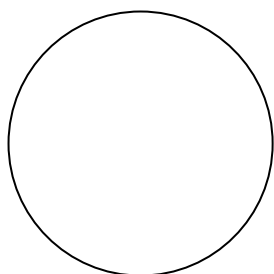
Границя міцності на розтяг, σ_B , МПа (кгс/мм²) _____

Границя міцності на згин, $\sigma_{зг}$, МПа (кгс/мм²) _____

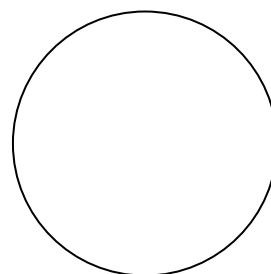
Відносне видовження, σ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури _____ чавунів:



Збільшення-
до травлення



Збільшення-
після травлення

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 3 (ЗРАЗКИ № 5 і № 6)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Форма графітових включень- _____

Структурні складові металічної основи: _____

Характеристика мікроструктури чавунів: _____

Спосіб отримання- _____

Механічні властивості (за даними літератури):

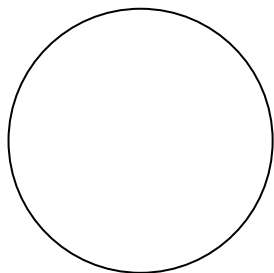
Границя міцності на розтяг, σ_B , МПа (кгс/мм²) _____

Границя міцності на згин, $\sigma_{зг}$, МПа (кгс/мм²) _____

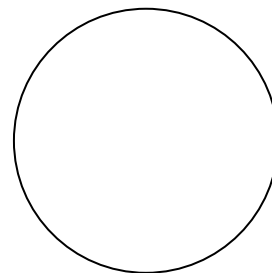
Відносне видовження, σ , % _____

Твердість, НВ, _____

Малюнок мікроструктури _____ чавунів:



Збільшення-
до травлення



Збільшення-
після травлення

Приклади застосування: _____

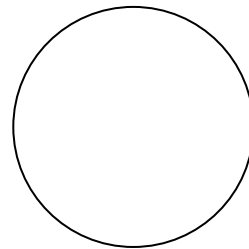
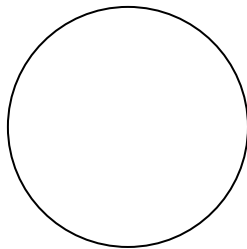
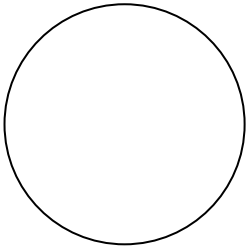
ПРОТОКОЛ № 4
Діаграма стану сплавів залізо-графіт



Висновки: _____
(проаналізувати різницю між структурою і зміною механічних властивостей сірих чавунів в залежності від

_____ форми
графітових включень і виду металічної основи)

ПРОТОКОЛ № 5
Мікроструктури білих чавунів



Збільшення-_____ Збільшення-_____ Збільшення-
доевтектичний_____; евтектичний_____; заевтектичний_____;
Спосіб отримання: _____

Структурні складові білих чавунів:
доевтектичного _____
евтектичного _____
заевтектичного _____
Приклади застосування білих чавунів: _____

Роботу виконав:	Роботу перевірів:
“ _____ ” _____ 20__ р	“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 10
Вивчення мікроструктури сплавів на основі алюмінію

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК №1)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Спосіб отримання: _____

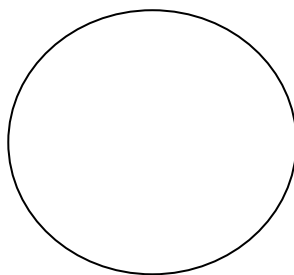
Механічні властивості:

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури _____ (після модифікування):



Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Спосіб отримання: _____

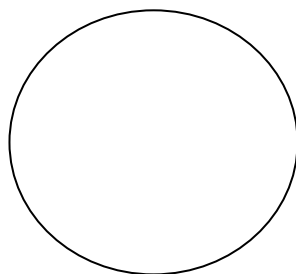
Механічні властивості:

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури _____ (до термічної обробки):



Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 3 (ЗРАЗОК № 3)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Механічні властивості після термічної обробки

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, _____

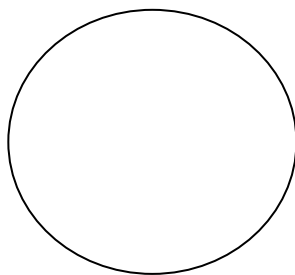
Термічна обробка _____

Температура гартування, (°C) _____

Охолоджуюче середовище _____

Старіння: температура, (°C) _____ тривалість витримки _____

Малюнок мікроструктури _____ (після термічної обробки):



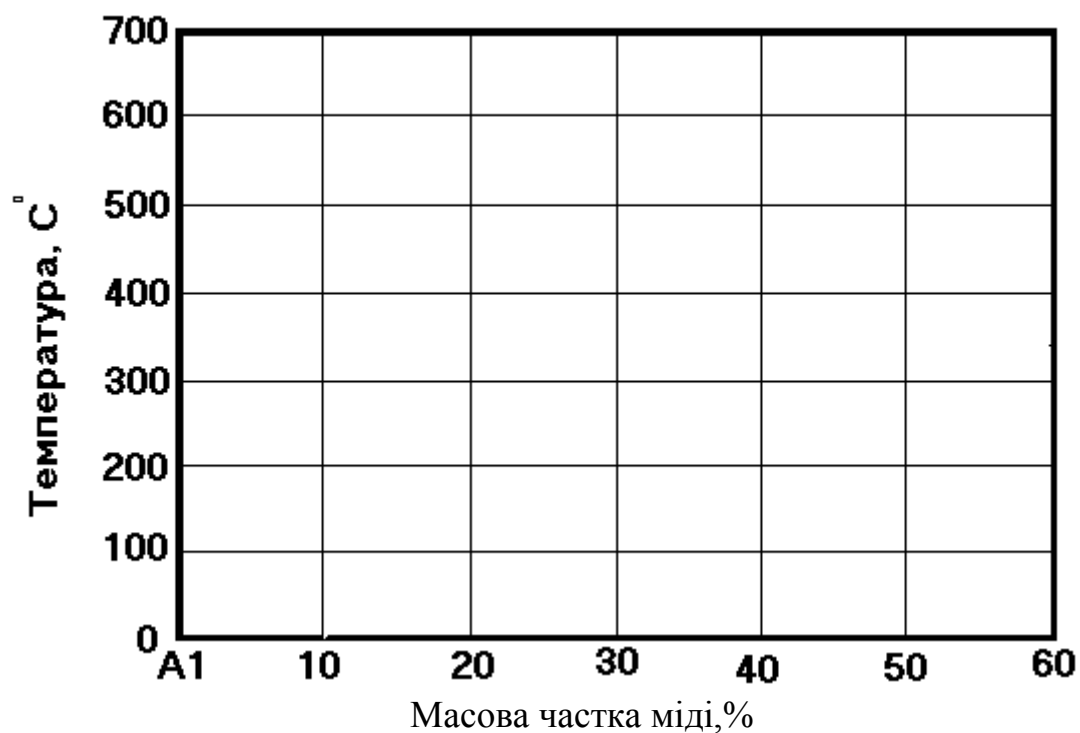
Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 5 (ЗРАЗОК № 5)
Діаграма стану алюміній-кремній



Діаграма стану алюміній-мідь



Висновки:

(проаналізувати різницю між структурами і зміною механічних властивостей в

залежності від модифікування і термічної обробки)

Роботу виконав:

“ ” 20__ р

Роботу перевірів:

“ ” 20__ р.

Лабораторна робота № 11

Вивчення мікроструктури міді та сплавів на її основі

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК №1)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Спосіб отримання: _____

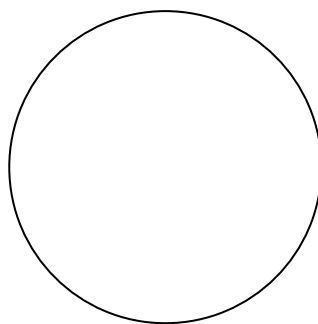
Механічні властивості:

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, _____

Малюнок мікроструктури _____ :



Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Спосіб отримання: _____

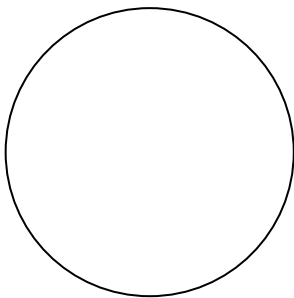
Механічні властивості:

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

Твердість, НВ, _____

Малюнок мікроструктури _____:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 3 (ЗРАЗОК № 3)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

Структурні складові: _____

Характеристика мікроструктури: _____

Спосіб отримання: _____

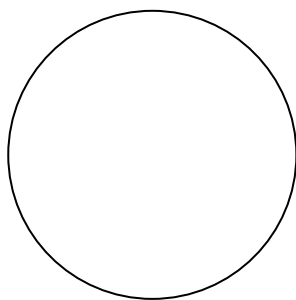
Механічні властивості:

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Відносне видовження, δ , % _____

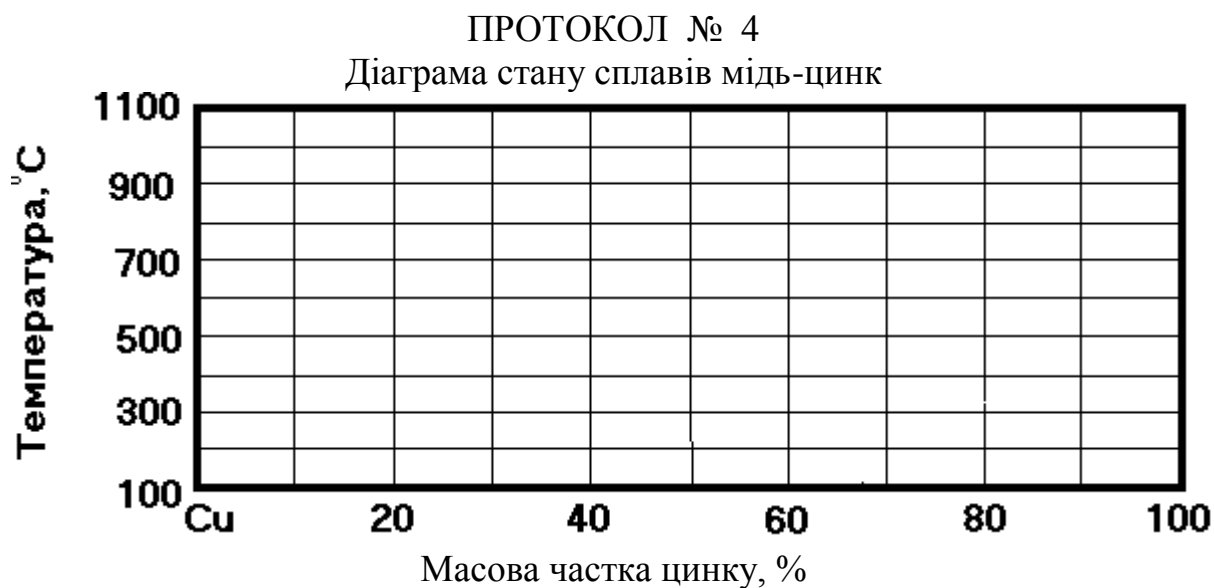
Твердість, НВ, _____

Малюнок мікроструктури _____:



Збільшення-

Приклади застосування: _____



Висновки: _____
(проаналізувати різницю між структурою і зміною механічних властивостей в залежності від складу сплавів і

_____ термічної обробки)

Роботу виконав:

“ _____ ” _____ 20__ р

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р.

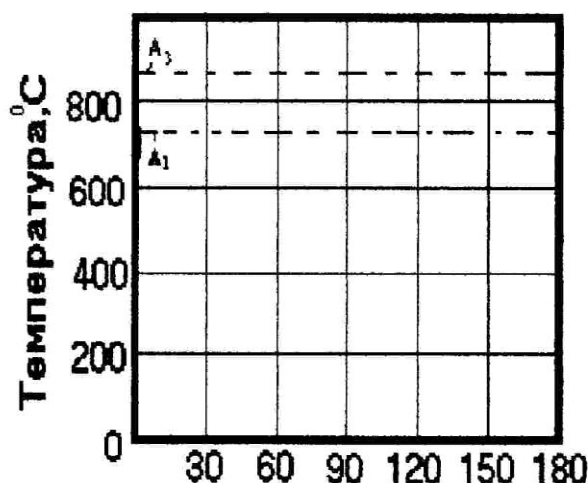
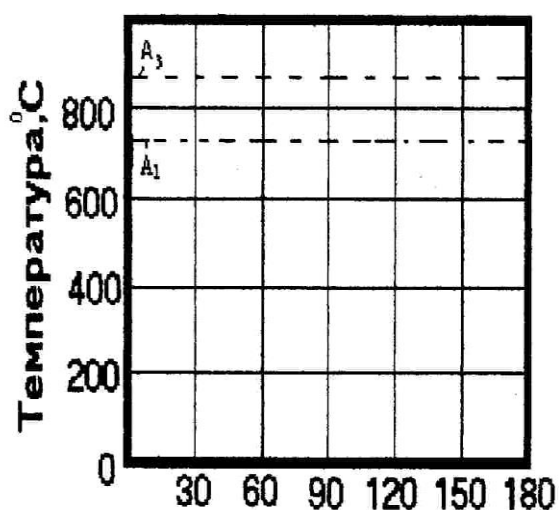
Лабораторна робота № 12
Термічна обробка конструкційних сталей

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1
Відпал і нормалізація сталі

Матеріал (марка), ДСТ- _____
Масовачастка вуглецю, % _____
Критичні точки сталі, (°C) _____
Температура нагрівання- _____;
Час, хв нагрівання _____ витримки- _____
Охолоджуюче середовище: при відпалі _____
при нормалізації _____
Швидкість охолодження, град/с:
при відпалі _____; при нормалізації _____
Твердість, НВ:
після відпалу _____; після нормалізації _____
прогнозована структура: після відпалу _____
після нормалізації _____
Тепловий режим відпалу сталі _____ Тепловий режим нормалізації сталі _____



ПРОТОКОЛ № 2

Гартування сталі

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Критичні точки сталі, (°C) _____

Температура нагріву- _____

Час, хв., нагрівання _____; витримки- _____

Гартувальне середовище _____

Швидкість охолодження, град/с; _____

у маслі _____; у воді _____

Твердість, HRC:

після гартування у маслі _____

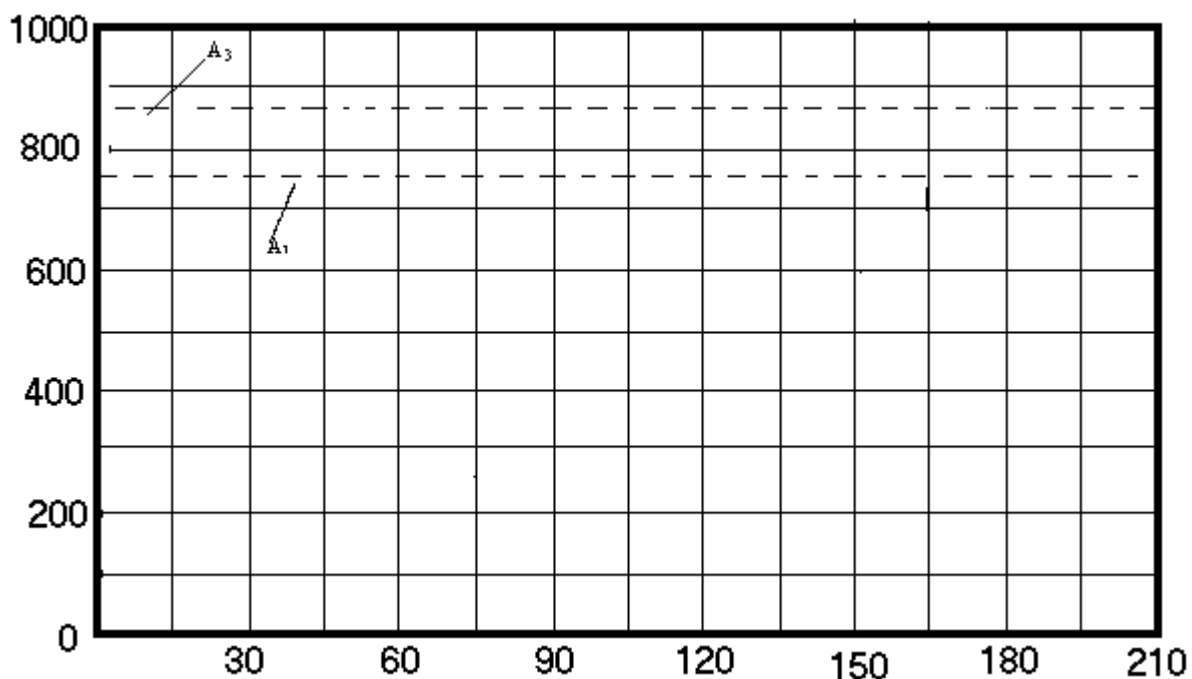
після гартування у воді _____

Прогнозована структура:

після гартування у маслі _____

після гартування у воді _____

Тепловий режим гартування сталі



час, хв.

1-у воді, 2-у маслі

ПРОТОКОЛ № 3
Результати термічної обробки сталі _____

Вид термічної обробки	Режим ТО		Швидкість охолодження, - °C/C	Твердість		Прогнозована структура
	T, °C	t, хв		HB, кгс/мм ²	HRC	
Відпал						
Нормалізація						
Гартування у воді						
Гартування у маслі						

Залежність твердості сталі від швидкості охолодження



характеристика мікроструктури: після відпалу _____

після нормалізації _____

після загартування у воді _____

після загартування у маслі _____

висновки: _____

(проаналізувати вплив швидкості охолодження на утворення структур і твердість сталі)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” 20__ р

“ _____ ” 20__ р.

Лабораторна робота № 13
Визначення критичних точок сталей

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1

Визначення критичних точок сталі методом пробних гартувань.

Матеріал (марка), ДСТ: _____

Вміст вуглецю, %: _____

Критичні точки сталі, отримані експериментальним шляхом, (°C):

A_1 = _____; A_3 = _____

Температура нагріву під гартування, (°C): _____

Час, хв.: нагрівання - _____; витримки - _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, град/с: _____

Твердість сталі після гартування, HRC: _____

Таблиця 8.1

Результати термічної обробки

№ зразка	Температура, °C	Товщин а зразка, мм	Тривлість витримки, хв.	Твердість загартованої сталі, HRC	Прогнозована структура сталі після гартування
1	680				
2	740				
3	800				
4	860				

Характеристика сталі: _____

За хімічним складом, за способом виробництва, за призначенням і т.п.

Висновки: _____

(проаналізувати зміну твердості сталі від температури гартування і структури)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р “ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 14

Вплив вмісту вуглецю в сталі на її твердість після гартування

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1

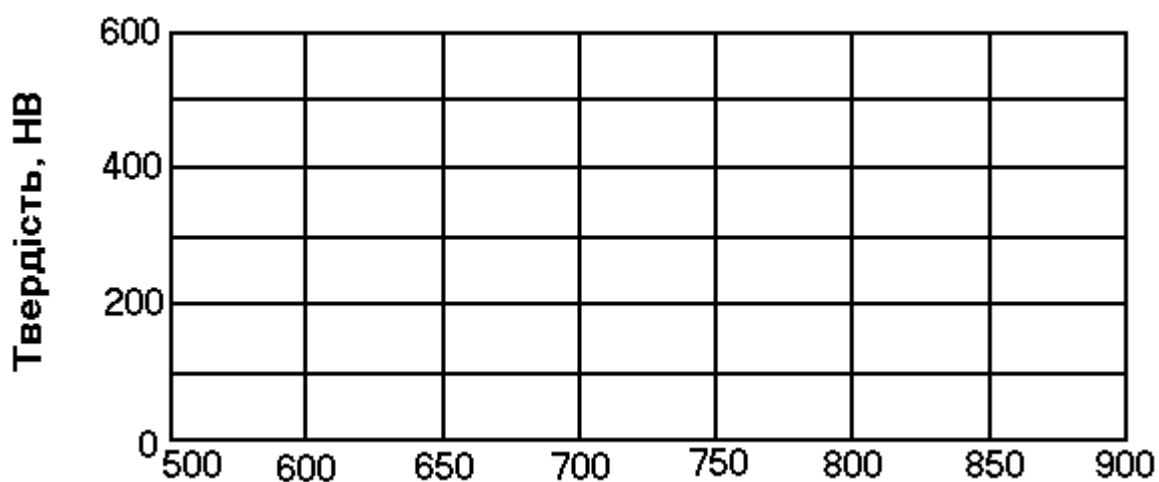
Вплив твердості загартованої сталі від масової долі вуглецю
Гартувальне середовище: _____

Таблиця 12.1

Результати термічної обробки

Матеріал (марка, ДСТ)	Масова Частка вуглецю, %	Твердість у відпаленому стані НВ, МПа	Товщина зразка, мм	Температура гартування (°C)	Тривалість Витримки, хв.	Твердість після гартування, HRC	Прогнозована Структура
08							
20							
45							
У8							
У12							
ХВГ							
ШХ15							

Залежність твердості сталі від температури нагрівання під гартування



Температура нагріву, °C

Структура сталі:

після гартування від температури нижче критичної точки A_1 _____

після гартування від температур між критичними точками A_1 і A_3 _____
 після гартування від температур вище критичної точки A_3 _____

Таблиця 10.2

Хімічний склад сталі вуглецевої, якісної, конструкційної (ДСТ 1050-74) і інструментальної (ДСТ 1435-74, ДСТ 5950-73)

Марка сталі	Масова частка елементів, %				
	вуглець	кремній	марганець	хром	інші елементи
10					
20					
45					
У8					
У12					
ХВГ					
ШХ15					

ПРОТОКОЛ № 2

Графік залежності твердості загартованої сталі від масової частки вуглецю



Характеристика мікроструктури сталі після гартування:

08- _____
 20- _____
 45- _____
 У8- _____
 ХВГ- _____
 ШХ15- _____

Висновки: _____

(проаналізувати вплив масової частки вуглецю на твердість сталі після гартування)

Роботу виконав: _____

Роботу перевірів: _____

“ _____ ” 20__ р. “ _____ ” 20__ р.

Лабораторна робота № 15
Відпуск сталі

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

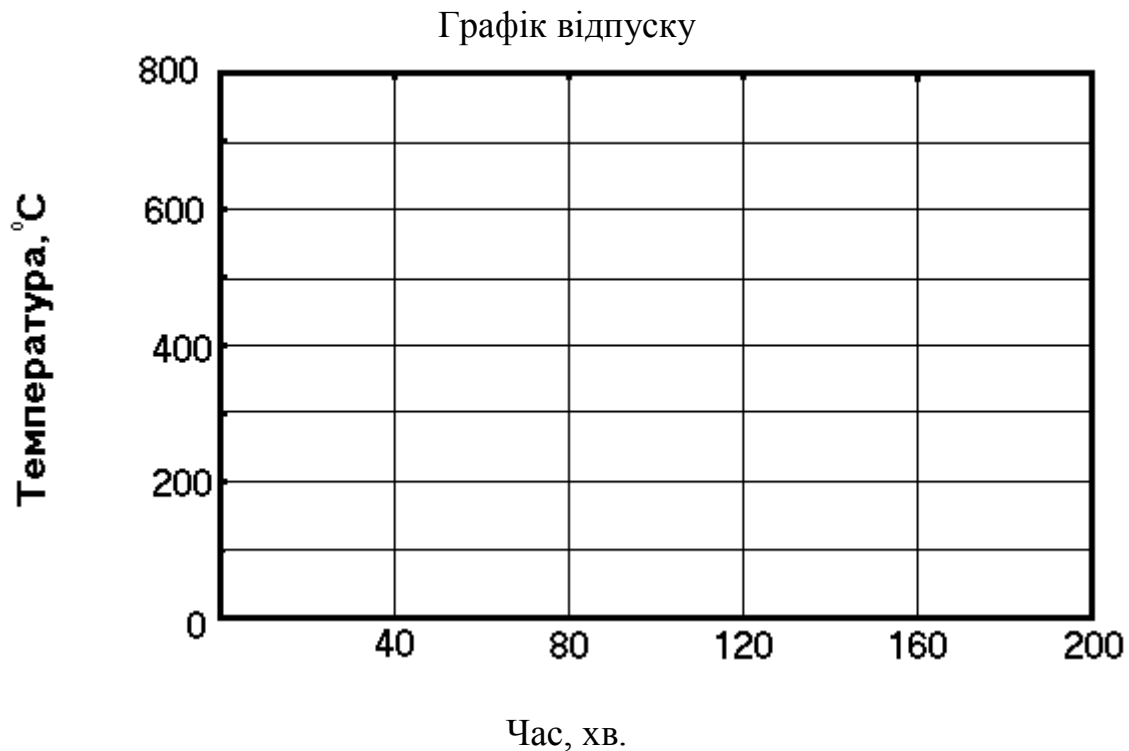
ПРОТОКОЛ № 1

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Твердість сталі після гартування у воді, HRC: _____

Прогнозована структура після гартування: _____



ПРОТОКОЛ № 2

Вплив температури відпуску на твердість загартованої сталі

Твердість HRC і прогнозована структура сталі після відпуску:

Низького _____

прогнозована структура _____

Середнього _____

прогнозована структура _____

Високого _____

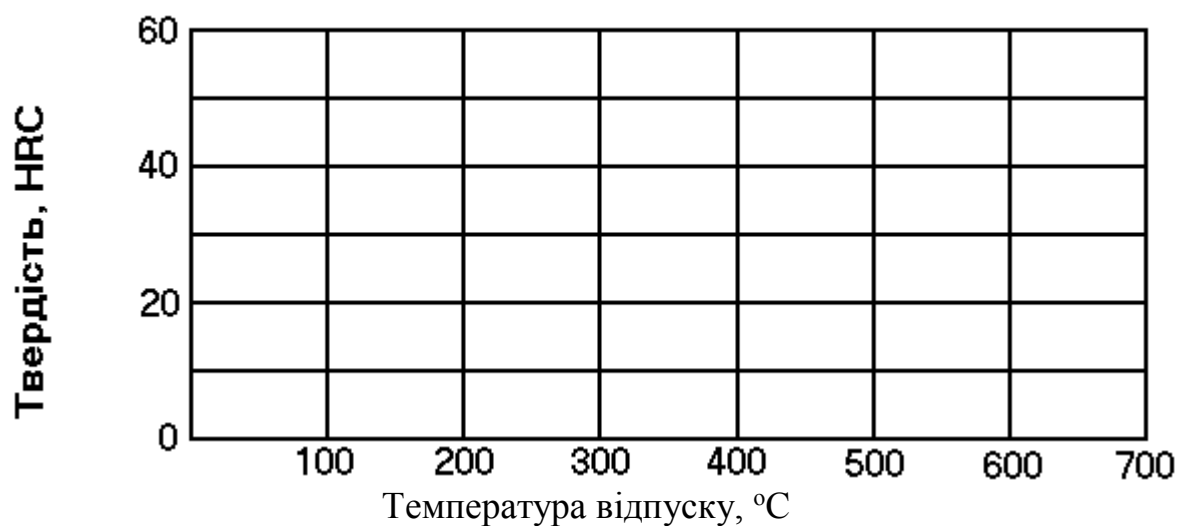
прогнозована структура _____

Таблиця 11.1

Результати термічної обробки

Матеріал (марка),	Твердість сталі після відпуску, HRC					
	200 °C		400°C		600 °C	
	Час витримки, хв.					
	20	60	20	60	20	60
Прогнозован а						

Залежність твердості загартованої сталі від температури і тривалості відпуску



1- ма витримка 20хв;

2- га витримка-60хв;

Висновки:

(проаналізувати залежність твердості загартованої сталі від температури відпуску)

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ” 20__ р.

“ ” 20__ р.

Лабораторна робота № 16
Структура і властивості легованих сталей

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1 (ЗРАЗОК №1)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид термічної обробки _____

Температура нагрівання, (°C) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, °C/с: _____

Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

Механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм²) _____

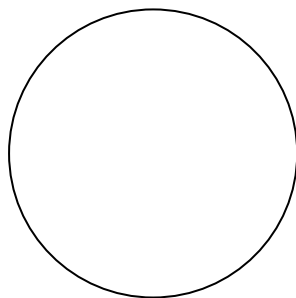
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ % _____

Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м² _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2)

Відпал від температури значно вищої A_3

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид термічної обробки _____

Температура нагрівання, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____

Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____

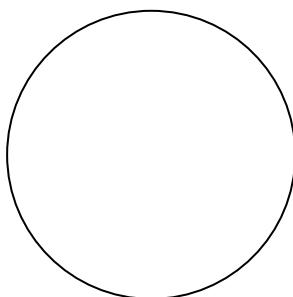
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ , % _____

Ударна в'язкість, КСУ, $\text{кДж}/\text{м}^2$, _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

ПРОТОКОЛ № 3 (ЗРАЗОК №3)

Повне гартування

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид термічної обробки _____

Температура нагрівання, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____

Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм²) _____

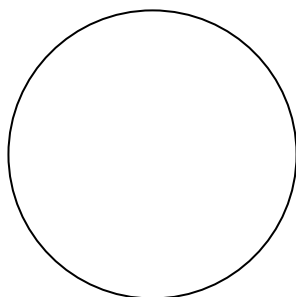
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ % _____

Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м² _____

Твердість, НВ, МПа(кгс/мм²) _____

Малюнок мікроструктури



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

ПРОТОКОЛ № 4 (ЗРАЗОК № 4)

Неповне гартування

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид термічної обробки _____

Температура нагрівання, (°C) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, °C/с: _____

Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм²) _____

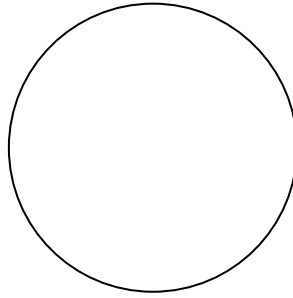
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ % _____

Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м² _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

ПРОТОКОЛ № 5 (ЗРАЗОК № 5)

Гартування з низьким відпуском

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид термічної обробки _____

Температура нагрівання, (°C) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, °C/с: _____

Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

Механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм²) _____

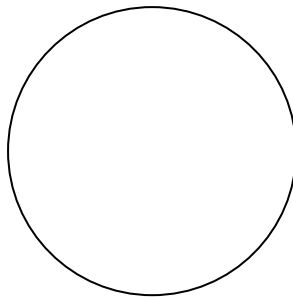
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ , % _____

Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м² _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

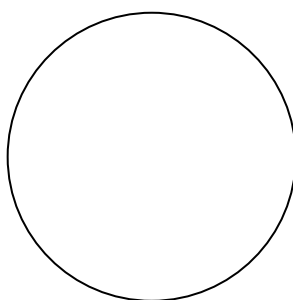
ПРОТОКОЛ № 6 (ЗРАЗОК № 6)
Гартування з середнім відпуском

Матеріал (марка), ДСТ- _____
Масова частка вуглецю, % _____
Вид термічної обробки _____
Температура нагрівання, ($^{\circ}\text{C}$) _____
Охолоджуюче середовище: _____
Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____
Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

Механічні властивості (за даними літератури);
Границя міцності, $\sigma_{\text{в}}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____
Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____
Відносне видовження, δ , % _____
Відносне звуження, ψ % _____
Ударна в'язкість, КСУ, $\text{кДж}/\text{м}^2$ _____
Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

ПРОТОКОЛ № 7 (ЗРАЗОК № 7)
Гартування з високим відпуском

Матеріал (марка), ДСТ- _____
Масова частка вуглецю, % _____
Вид термічної обробки _____
Температура нагрівання, ($^{\circ}\text{C}$) _____
Охолоджуюче середовище: _____
Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____
Структурні складові _____

Характеристика мікроструктури _____

механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, $\sigma_{\text{в}}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____

Границя текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____

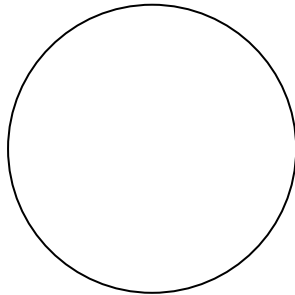
Відносне видовження, δ , % _____

Відносне звуження, ψ , % _____

Ударна в'язкість, КСУ, $\text{кДж}/\text{м}^2$ _____

Твердість, НВ, МПа _____

Малюнок мікроструктури:



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ” _____ 20__ р

“ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 17

Вивчення мікроструктури сталі після хіміко-термічної обробки (ХТО)

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1

Цементация (без термічної обробки)

Матеріал (марка), ДСТ- _____

Масова частка вуглецю, % _____

Вид хіміко-термічної обробки _____

Температура насичення, (°C) _____ Тривалість насичення, год _____

Склад карбюризатора, мас. % _____

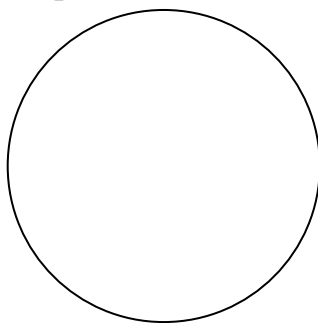
Товщина покриття, мм _____ Масова частка вуглецю в покритті, % _____

Товщина перехідної зони, мм _____

Структурні складові: покриття _____

перехідної зони _____ основного металу _____

Малюнок мікроструктури покриття:



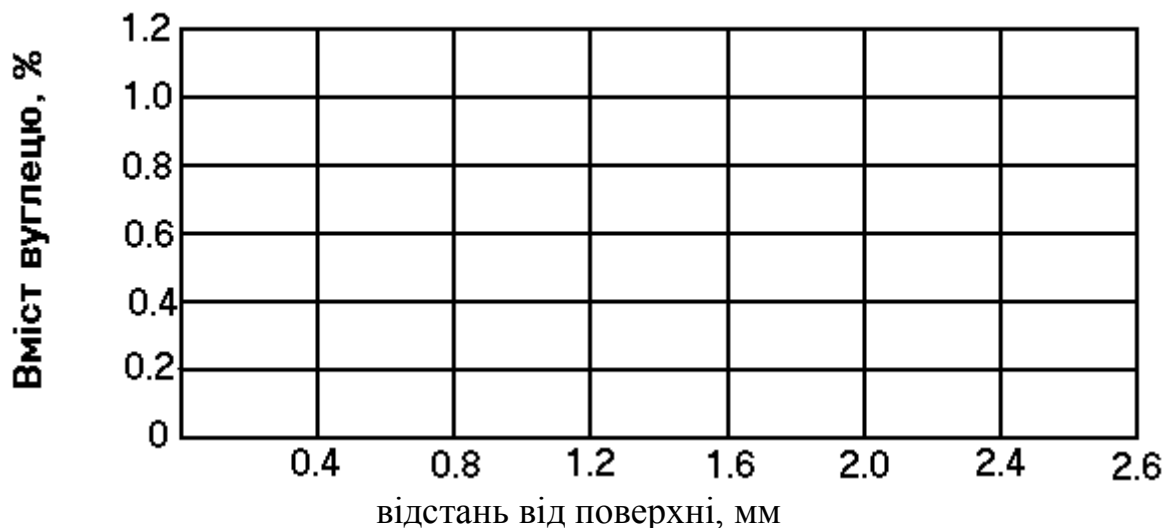
Збільшення _____

Мікротвердість фаз HV, МПа (кгс/мм²)

покриття _____

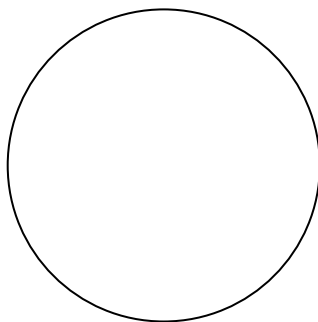
перехідної зони _____ основного металу _____

Розподіл вуглецю по глибині шару



ПРОТОКОЛ № 2
Цементация (з термічною обробкою)

Матеріал (марка), ДСТ- _____
Масова частка вуглецю, % _____
Вид хіміко-термічної обробки _____
Температура насичення, ($^{\circ}\text{C}$) _____
Тривалість насичення, год _____
Вид термічної обробки _____
Температура нагрівання для ТО ($^{\circ}\text{C}$) _____
Охолоджуюче середовище: _____
Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____
Вид відпуску _____
Температура відпуску ($^{\circ}\text{C}$) _____
Тривалість відпуску, хв. _____
Охолоджуюче середовище при відпуску _____
Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____
Структурні складові сталі після ХТО:
покриття- _____
перехідної зони _____
основного металу _____
Вид механічної обробки _____
Мікротвердість фаз НV, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$):
покриття- _____
перехідної зони _____
основного металу _____
Спеціальні властивості покриття _____
Малюнок мікроструктури покриття:



Збільшення _____
Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 3
Азотування сталі

Матеріал (марка), ДСТ- _____
Хімічний склад сталі, % мас. _____
Вид термічної обробки до насичення _____

Температура нагрівання для ТО, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____

Температура насичення, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Тривалість насичення, год _____

Склад карбюризатора, мас. % _____

Товщина покриття, мкм _____

Структурні складові:

покриття _____

перехідної зони _____

Мікротвердість фаз HV, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$):

покриття _____

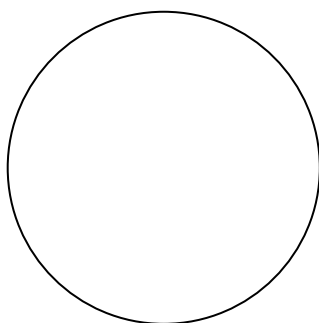
перехідної зони _____

основного металу _____

Вид механічної обробки _____

Спеціальні властивості покриття _____

Малюнок мікроструктури покриття:



Збільшення _____

Приклади застосування: _____

Висновки: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ” _____ 20__ р.

“ ” _____ 20__ р.

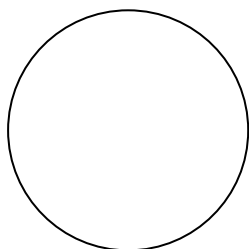
Лабораторна робота № 18
Вивчення мікроструктури інструментальних легованих сталей, твердих сплавів

Хромовольфрамомарганцева сталь _____
Матеріал (марка), ДСТ- _____
Хімічний склад сталі, % мас. _____

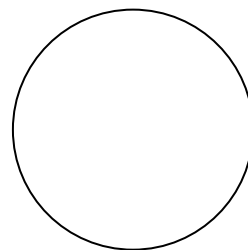
Структурні складові сталі: _____
Характеристика мікроструктури _____

Режим термічної обробки сталі _____
Температура нагрівання, ($^{\circ}\text{C}$) _____
Охолоджуюче середовище: _____
Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____
Структура сталі після ТО _____
Механічні властивості (за даними літератури);
Границя міцності, $\sigma_{\text{в}}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____
Відносне видовження, δ , % _____
Ударна в'язкість, КСУ, $\text{кДж}/\text{м}^2$, _____
Твердість, HRC _____
Червоностійкість, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Мікроструктура сталі



у відпаленому стані
Збільшення-



після термічної обробки
Збільшення-

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2 (ЗРАЗОК № 2)

Швидкоріжуча сталь _____
Матеріал (марка), ДСТ- _____
Хімічний склад сталі, % мас. _____

Структурні складові сталі: _____

Характеристика мікроструктури _____

Режим термічної обробки сталі _____

Температура нагріву, ($^{\circ}\text{C}$) _____

Охолоджуюче середовище: _____

Швидкість охолодження, $^{\circ}\text{C}/\text{с}$: _____

Структура сталі після ТО _____

Механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, $\sigma_{\text{в}}$, МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) _____

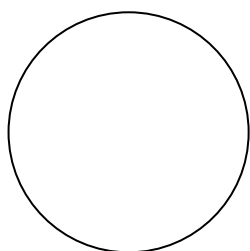
Відносне видовження, δ , % _____

Ударна в'язкість, КСУ, $\text{кДж}/\text{м}^2$, _____

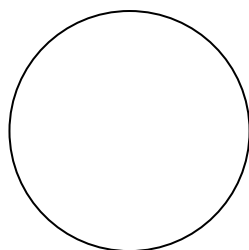
Твердість, HRC _____

Червоностійкість, ($^{\circ}\text{C}$) _____

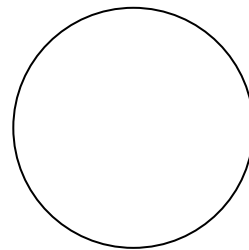
Мікроструктура сталі



Литої
Збільшення-

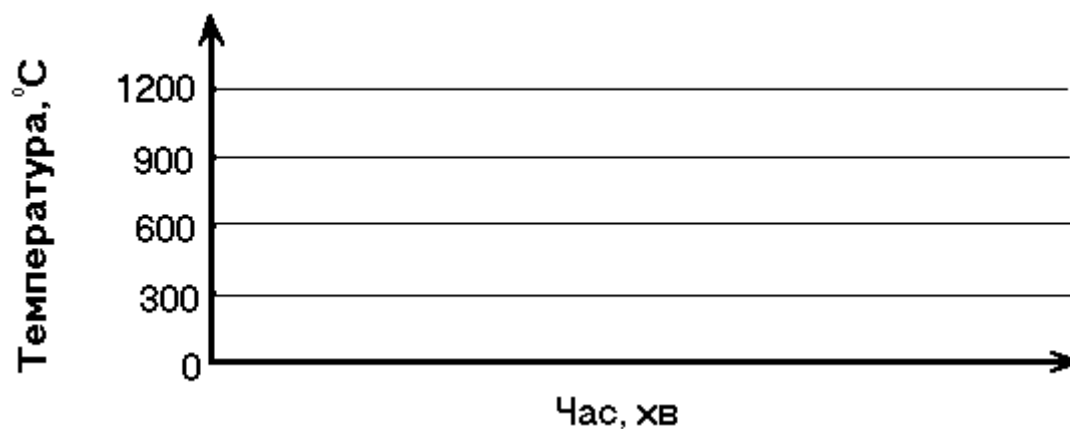


кованої
Збільшення-



після гартування і відпуску
Збільшення-

Режим термічної обробки



Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 4 (ЗРАЗОК № 4)

Твердий сплав _____

ДСТ- _____

Хімічний склад, % _____

метод виготовлення виробів _____

Механічні властивості (за даними літератури);

Границя міцності, σ_b , МПа (кгс/мм²) _____

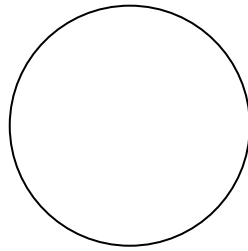
Відносне видовження, δ , % _____

Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м², _____

Твердість, HRC _____

Червоностійкість, (°C) _____

Мікроструктура твердого сплаву



Збільшення-

Приклади застосування: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ _____ ” _____ 20__ р.

“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 19

Макро- і мікроструктура зварних з'єднань із вуглецевих сталей

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

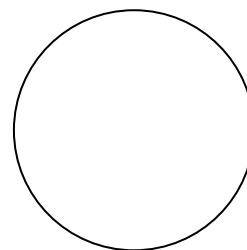
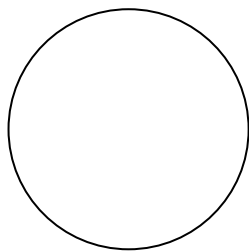
ПРОТОКОЛ № 1

Матеріал _____

Спосіб зварювання _____



Дефекти зварного з'єднання



Висновок: _____
проаналізувати взаємозв'язок між структурою і процесами, які відбуваються при зварюванні

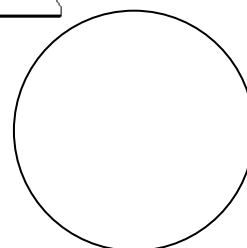
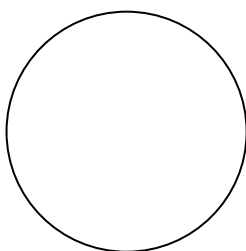
ПРОТОКОЛ № 2

Матеріал _____

Спосіб зварювання _____



Дефекти зварного з'єднання



Висновок: _____
проаналізувати взаємозв'язок між структурою і процесами, які відбуваються при зварюванні

Роботу виконав: _____

“ _____ ” _____ 20__ р.

Роботу перевірів: _____

“ _____ ” _____ 20__ р.

Лабораторна робота № 20
Будова і властивості пластмас

Мета роботи: _____

Прилади і матеріали: _____

ПРОТОКОЛ № 1
Поліетилен

Матеріал (марка), ДСТ _____
Хімічна формула _____
Характеристика за складом _____
Наявність добавок _____
Реакція утворення _____
Поведінка при
нагріванні _____

Властивості (за даними літератури):

Густина, γ , кг/м³ _____
Коефіцієнт термічного розширення, α , $\times 10^{-5}$, 1/°C _____
Теплопровідність, λ , Вт/м · °C _____
Діапазон робочих температур, °C _____
Питомий електричний опір, Ом · см _____
Границя міцності на розтяг, σ_r , МПа (кгс/мм²) _____
Границя міцності на стиск, $\sigma_{ст.}$, МПа (кгс/мм²) _____
Границя міцності на згин, $\sigma_{зг.}$, МПа (кгс/мм²) _____
Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 2
Поліамід

Матеріал (марка), ДСТ _____
Хімічна формула _____
Характеристика за складом _____
Наявність добавок _____
Реакція утворення _____
Поведінка при
нагріванні _____

Властивості (за даними літератури):

Густина, γ , кг/м³ _____
Коефіцієнт термічного розширення, α , $\times 10^{-5}$, 1/°C _____
Теплопровідність, λ , Вт/м · °C _____

Діапазон робочих температур, °C _____

Питомий електричний опір, Ом · см _____

Границя міцності на розтяг, σ_r , МПа (кгс/мм²) _____

Границя міцності на стиск, $\sigma_{ст.}$, МПа (кгс/мм²) _____

Границя міцності на згин, $\sigma_{зг.}$, МПа (кгс/мм²) _____

Приклади застосування: _____

ПРОТОКОЛ № 3

Таблиця 20.1.

Визначення ударної в'язкості пластмас за Шарпі

Матеріал	Ширина b, м	Товщина h, м	Площа F, м ²	Робота A, кДж	Ударна в'язкість, КС, кДж/ м ²
Поліетилен					
Поліамід					

ПРОТОКОЛ № 4

Таблиця 20.2.

Визначення твердості пластмас

Матеріал	Діаметр кульки D, мм	Наванта- ження P, Н	Глибина проник- нення, мм	Твердість НВ, МПа	Середнє значе- ння твердості НВс, МПа
Поліе- тилен					
Поліамід					

Висновки: _____

Роботу виконав:

Роботу перевірів:

“ ____ ” _____ 20__ р.

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – М.:Металлургия, 1989.-385с]
2. Лахтин Ю. М., Леонтева В. П. Материаловедение. –М.: Металлургия, 1980,-380с.
3. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка. М.: Металлургия, 1978, - 406 с.
4. Гуляев А. П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977, - 647 с.
5. Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи. Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г., Металлургия, 1983, - 384 с.
6. Материаловедение. Учебник для высших технических учебных заведений. Под. ред. Б. Н. Арзамасова, 2-е изд. испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, - 384 с.